

CARACTERIZACIÓN DEL PAPEL Y LAS TINTAS DE LA BIBLIA DE GUTENBERG DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Auxiliadora Gómez Morón, Mónica Santos Navarrete y María Campoy Naranjo (Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico). Ángel Polvorinos del Río (Universidad de Sevilla).

esthcos3.iaph@juntadeandalucia.es

Resumen

Simultáneamente a los trabajos de conservación-restauración llevados a cabo en el segundo volumen de la Biblia de Gutenberg perteneciente a la Universidad de Sevilla, el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico ha llevado a cabo un estudio científico con técnicas analíticas no destructivas que han arrojado nuevos datos en torno a los materiales y técnicas de elaboración del papel, las tintas y las iluminaciones presentes en este ejemplar de la B42. El presente artículo expone los resultados obtenidos del estudio del papel y las tintas tipográficas con la técnica de Fluorescencia de rayos X portátil para conocer algunos aspectos en relación a la confección de esta joya del patrimonio bibliográfico.

Palabras clave: Biblia de Gutenberg, B42, papel, tinta, fluorescencia de rayos X portátil, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Universidad de Sevilla

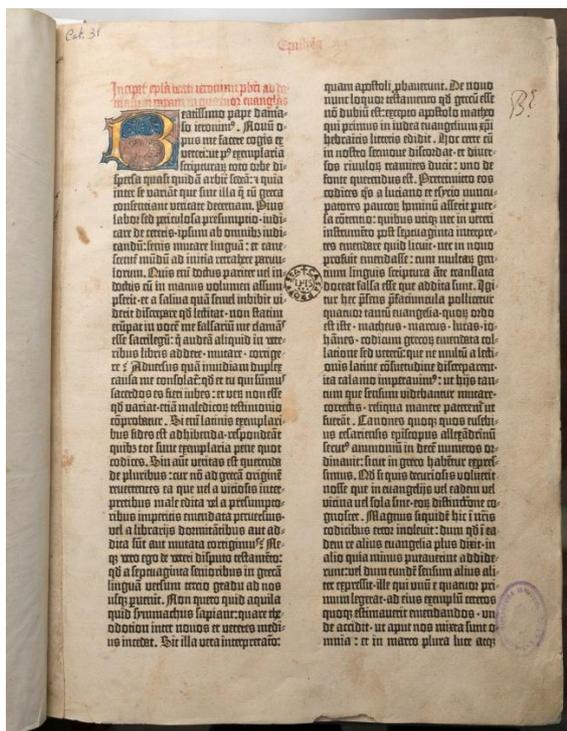
Abstract

Simultaneously to the work of conservation and restoration carried out on Gutenberg's Bible second volume that actually belongs to the University of Sevilla, the Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico has develop a scientific study with non-destructive analytical techniques that have shown us new findings about materials and techniques of papermaking, inks and miniatures that are present in this copy B42. This document presents the results of the study of the paper and printing inks with the technique of portable X-ray fluorescence to know some aspects in relation to the preparation of this jewel of bibliographic heritage.

Keywords: Gutenberg Bible, B42, paper, ink, portable X-ray fluorescence, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, University of Sevilla

Antecedentes

La biblia de Gutenberg o biblia de las 42 líneas (en adelante B42) no fue el primer incunable, pero su trascendencia, la repercusión social que desencadenó su aparición y la perfección, nunca superada, del trabajo de impresión, la convirtieron en el paradigma de la invención de la imprenta moderna. Esta mitificación hace de ella una de las obras bibliográficas más estudiadas y analizadas de todos los tiempos, siendo múltiples los trabajos y publicaciones llevados a cabo en torno a su origen y al inicio de la imprenta, y no menos, las investigaciones en relación a los aspectos materiales y técnicos que tuvieron que solventar Johann Gutenberg y sus colaboradores. Pero todavía hoy persisten incógnitas en torno a la forma de plantear el trabajo de impresión, y a los materiales y fórmulas empleados en su elaboración, a medio camino entre la tradición artesanal y la primera etapa de la mecanización del libro.



Página inicial Biblia de Gutenberg de la US

Se estiman alrededor de 48 las biblias que se conservan en el mundo (Norman 1961, Powitz 1990), algunas muy fragmentadas, de las que completas existen 4 en pergamino y 17 en papel. En España, además del ejemplar completo de la Biblioteca Pública de Burgos, se conserva el volumen segundo, correspondiente al Nuevo Testamento, de la Universidad de Sevilla (en adelante US); ambos ejemplares están impresos en papel.

Aunque el estado de conservación del ejemplar de la US no era deficiente, se consideró necesario estabilizar el volumen para evitar males mayores que pudieran derivar en alteraciones irreversibles. Estos trabajos de conservación-restauración se llevaron a cabo en el Taller de Patrimonio Documental y

Bibliográfico del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (en adelante IAPH).²⁴⁸ Paralelo a los trabajos de recuperación, de la mano de un equipo interdisciplinar integrado por especialistas en todas las áreas del patrimonio cultural, se llevaron a cabo una serie de estudios y análisis científicos para el mejor conocimiento de esta obra tan significativa del patrimonio bibliográfico.

Aprovechando los actuales avances tecnológicos la biblia fue sometida a diversos estudios con técnicas de análisis no destructivos y portátiles cuyos resultados han permitido profundizar en el conocimiento de los materiales y técnicas de fabricación de las tintas, el papel y los pigmentos utilizados en las iluminaciones del ejemplar de la US. Dado que la B42 es una obra muy estudiada tanto a nivel histórico y artístico (Hubay et al. 1979, Koppitz et al. 1995) como científico (Cahil et al.1984), el planteamiento de esta investigación no es novedosa aunque si lo es el elevado número de análisis realizados. Este trabajo presenta la interpretación de los resultados analíticos de la composición del papel y las tintas impresas del ejemplar de la US, hasta ahora nunca realizadas.²⁴⁹

Una aproximación a la procedencia del papel de la B42

La intervención de carácter conservativo realizada en la B42 de la US, en ningún caso contempló el desmontaje del libro por lo que no hemos podido conocer la estructura de los cuadernillos completa y sólo hemos obtenido una colación provisional. Dicha colación nos permite identificar las filigranas o marcas de agua de los molinos donde se confeccionó el papel.

No obstante, no ha sido posible determinar claramente la procedencia del papel, de fabricación artesanal como atestigua la característica trama visible con luz transmitida de los puntzones y corondeles. Aunque en el siglo XV Alemania contaba con manufacturas molineras en la región suroeste (Basilea, Estrasburgo, Ratisbona, Metz y Friburgo en la parte Suiza), la distribución del papel de calidad procedía principalmente de Italia. La B42 no merecía menos. A simple vista se percibe un papel de calidad, blanquecino, grueso y homogéneo para su impresión por las dos caras, que se ha conservado en excelentes condiciones.

La fabricación del papel se sitúa en la región de Piamonte, cerca de Casella, a principios del año 1450

²⁴⁸ La Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, por Orden de 28 de mayo de 2013 (BOJA 119, de 20 de junio), encomendó al IAPH la redacción del proyecto de conservación y la posterior restauración de las pinturas del techo existentes en el palacio de Monsalves (Sevilla) procedentes de la antigua casa del poeta Juan de Arguijo. Dicha encomienda de gestión, en su fase 4ª, incluía la redacción de un programa de difusión del proceso de restauración. Para contextualizar la obra literaria de Arguijo y de los pintores, poetas y literatos de la época, el IAPH suscribió un convenio de colaboración con la US. Dicho convenio en su estipulación 3ª contempla la restauración de una obra bibliográfica vinculada al entorno humanístico de las pinturas de Arguijo. En este marco de actuación, dentro de los fondos de la universidad, se seleccionó la B42 por su relevancia y vinculación con la figura de Arguijo a través de la Casa Profesa de la Compañía de Jesús de la que procedía esta emblemática obra. La intervención de la B42 se desarrolló en los meses de enero y febrero de 2015.

²⁴⁹ Los trabajos de investigación científica se han llevado a cabo en colaboración con el Grupo de Investigación RNM185 Teledetección y Geoquímica de la US (Facultad de Química)

(Needham 1985). Según el autor, las resmas de papel cruzaron los Alpes a lomos de mulas hacia Basilea y de allí hasta la compleja red comercial del Rin por barco.

El conjunto del papel procede, mínimo, de tres molinos si nos atenemos a las filigranas identificadas, todas posicionadas en el centro de uno de los dos folios del pliego, claramente visibles en su mayor parte al coincidir con el espacio intercolumnio de los textos dispuestos en dos columnas. Esta posición no coincide siempre en otros ejemplares de la B42 (Rangel 2011).

A veces estas marcas presentan variaciones debidas tanto a la deformación de la filigrana por el uso prolongado como por pertenecer a otros molinos dentro de una misma área geográfica de manufactura. Estudios sistematizados de estas filigranas (Dziatzko 1890, Schenkel 1923, Zedler 1929, Kazmeier 1952, Ziesche y Schnitger 1980) han determinado hasta seis unidades de impresión simultánea para culminar los trabajos de la B42.

En el segundo volumen de la US se identifican tres filigranas y, sólo en un caso, una segunda versión. Estas filigranas representan la cabeza de un buey (filigrana C), un racimo de uvas (filigrana U) y la silueta completa de un buey (filigrana B).



Filigrana C



Filigra U



Filigra B

La filigrana C muestra una cabeza frontal de buey con el signo de la cruz en aspa o de san Andrés sobre el testuz. Esta versión presenta el morro del animal terminado en dos círculos pero existen otras versiones, no localizadas en el ejemplar de la US, con los orificios hocicales terminado en aspa (Rangel 2011).

La filigrana U consiste en un racimo de uvas con el tallo terminado en círculo. Se localiza una variante en la página 37 que, desplazada hacia la caja del texto y bastante difícil de apreciar su forma, tiene el tallo natural.

La filigrana B ilustra el perfil de un buey con la cabeza encornada y sus extremidades silueteadas. No tiene otras variantes en la B42.

Respecto a las filigranas C y U se localizan nada menos que 228 variantes del racimo de uvas y hasta 1390 de la cabeza de buey (C. Briquet 1923); ambas repartidas por Italia, Francia y Alemania. En la elección de las formas se ha querido ver connotaciones religiosas que rebasan la propia materialidad (Nuevo 2009). Sin entrar en el análisis iconográfico, determinar la procedencia exacta del papel resulta difícil teniendo en cuenta que estas filigranas están muy extendidas en tiempo y espacio.

Los estudios llevados a cabo (Needham 1985) calculan que la producción de papel se conformó en un 70% con papel de la filigrana C, un 20% de la filigrana U y un 10% de la filigrana B, o lo que es lo

mismo, se consumieron siete balas de papel de la cabeza de buey (70 resmas), dos balas del racimo de uva (20 resmas) y una de la silueta de buey (10).

Tras el estudio de la estructura del ejemplar de la US y la colación provisional de los cuadernillos, constatamos que el papel presenta principalmente la filigrana C (32 bifolios) seguida muy de cerca de la U (22 bifolios) y, puntualmente, de la B (10 bifolios). Los porcentajes en este ejemplar sitúan en un 50% el papel con la filigrana C, un 35% con la U y un 15 % el último.

Estos porcentajes expuestos han llevado a los investigadores a plantear la adquisición del papel de la B42 en tres momentos. El primer pedido se adquirió calculando el papel necesario para toda la edición, es decir, al inicio del trabajo, de ahí la presencia más numerosa de la cabeza de buey. Las variantes localizadas de esta filigrana (Rangel 2011) permiten plantear la obtención del papel de manera escalonada a través de varios molinos. La segunda compra corresponde a la marca del racimo de uvas. Aunque la B42 de Sevilla conserva la versión del racimo con tallo en círculo y sólo una del tallo natural, si no procedían del mismo molinos, es muy probable que viniesen de la misma región y llegasen en la misma bala de papel. Este segundo pedido debió encargarse cuando el desperdicio de papel era considerable y se constató la necesidad de una pronta reposición, solapándose el uso de ambos papeles. La tercera compra corresponde a la marca de la silueta completa del buey y es la menos numerosa porque corresponde a la producción final del libro.

Los análisis llevados a cabo permiten constatar la distinta composición de los papeles, y por tanto, el origen distinto de los mismos.

Con respecto a las tintas impresas, se desconoce la fórmula original creada por Gutenberg pero debieron ser fórmulas experimentales adaptadas de los materiales existentes. No hay duda que la falta de adhesión de las tintas al metal de los tipos móviles de la imprenta, obligó a buscar alternativas con mayor poder de adhesión (Martínez-Val 2005). Estas fórmulas, hasta la fecha sin una identificación completa de todos sus componentes, ha conservado la tinta de la B42 negra, brillante e intensa hasta hoy.

Hasta que se asentaron las tintas de impresión a base de pigmentos y barnices, las primeras fórmulas se situaron a medio camino entre la técnica pictórica del óleo y la técnica manuscrita con tintas metaloácidas. Como se desarrolla a continuación, los análisis de las tintas impresas de la B42 confirman su naturaleza metálica.

Metodología

En la mayoría de los trabajos de caracterización de la B42 se han utilizado técnicas PIXE (Schwab et al. 1983, Cahill et al. 1984, Schwab et al. 1985) y se han centrado en el análisis de las tintas de impresión y

de papel. A través de las variaciones detectadas entre la composición de las tintas en el recto y verso de los folios y de los análisis de la composición del propio papel, se ha planteado la hipótesis de la utilización de seis unidades de impresión simultáneas para la B42 ya arriba mencionadas, aunque se sugiere la necesidad de incrementar los análisis (Teigen, P. M. 1993).

La fluorescencia de rayos X con radiación sincrotrón es otra de las técnicas que se han demostrado útiles para la comparación de la tinta y el papel, habiendo sido utilizada esta técnica para el análisis de una sola hoja de un ejemplar de la B42 y la de otros 21 documentos del siglo XV localizados en Alemania, Italia y Suiza (Mommsen et al. 1996). La utilización de la microfluorescencia de rayos X también ha sido propuesta como una técnica adecuada para abordar dichos análisis de tintas y papel (Janssens 2000).

En el presente trabajo se plantean los primeros resultados de la aplicación de la técnica de fluorescencia de rayos X portátil (en adelante FRX) para el análisis de las tintas impresas y el papel del segundo volumen de la B42 perteneciente a la US.

Para el análisis in situ por FRX se ha dispuesto el libro en vertical, apoyado horizontalmente sobre un soporte en forma de cuña que evita forzar la apertura excesiva del lomo del libro. En el análisis de cada página, se ha soportado el folio correspondiente en un plano perpendicular al tubo y detector del equipo de fluorescencia; para ello se ha utilizado una guía metálica que sostiene el folio con pequeños imanes. Dado el tamaño del haz de rayos X, del orden de 2 mm de diámetro, ha sido inviable abordar el análisis diferenciado del recto y verso de los folios, por lo que el análisis químico de cada punto integra la contribución de la tinta de ambos lados así como de la materia, básicamente celulosa, de la que está fabricada el papel.



Fluorescencia de Rayos X portátil

El análisis se ha llevado a cabo en un conjunto de folios distribuidos de forma regular, siguiendo el criterio inicial de analizar uno de cada diez folios, si bien el número de páginas analizadas finalmente se incrementó a 19.

La caracterización de las composiciones químicas se ha realizado con un espectrómetro portátil de FRX marca AMPTEK utilizando un tubo de rayos X con ánodo de Wolframio de 3,6W de potencia máxima a 40kV y 90 μ A de corriente. La medida de los rayos X de fluorescencia se realiza con un detector «SiliconDrift» refrigerado por efecto Peltier a -10°C, que tiene una resolución de 165eV a 5,9keV. La geometría relativa entre la fuente y el detector es fija y la posición del punto de análisis se controla en la intersección de dos punteros láser. Las condiciones de excitación del tubo de rayos X han sido de 40kV y 0.1mA; la superficie de análisis es próxima a un círculo de 2mm de diámetro y la profundidad del espesor analizado es variable ya que depende de la composición química del punto de análisis. Se ha fijado un tiempo de 200s para la adquisición de cada espectro, siendo posteriormente identificados los elementos presentes por sus líneas características utilizando el programa PyMca desarrollado en el ESRF (EuropeanSynchrotronRadiationFacility) por Solé (Solé et al. 2007). Los elementos ligeros tales como sodio, aluminio o magnesio (Na, Al o Mg) cuya baja energía de emisión es fuertemente absorbida por el aire y la ventana de berilio (Be) no se detectan en los espectros y dadas las condiciones experimentales no se ha abordado el análisis cuantitativo de composiciones.

Análisis de las tintas impresas y el papel

Para diferenciar los elementos químicos que forman parte del papel de los de las tintas, se han comparado los espectros de FRX adquiridos en un mismo folio en dos puntos próximos, uno sobre el papel (sin tinta) y el otro con tinta negra; en la Figura 1 se presentan los espectros FRX de la tinta negra en el folio 76 (F76N) y del papel (F76 Papel) y las líneas características de los elementos identificados.

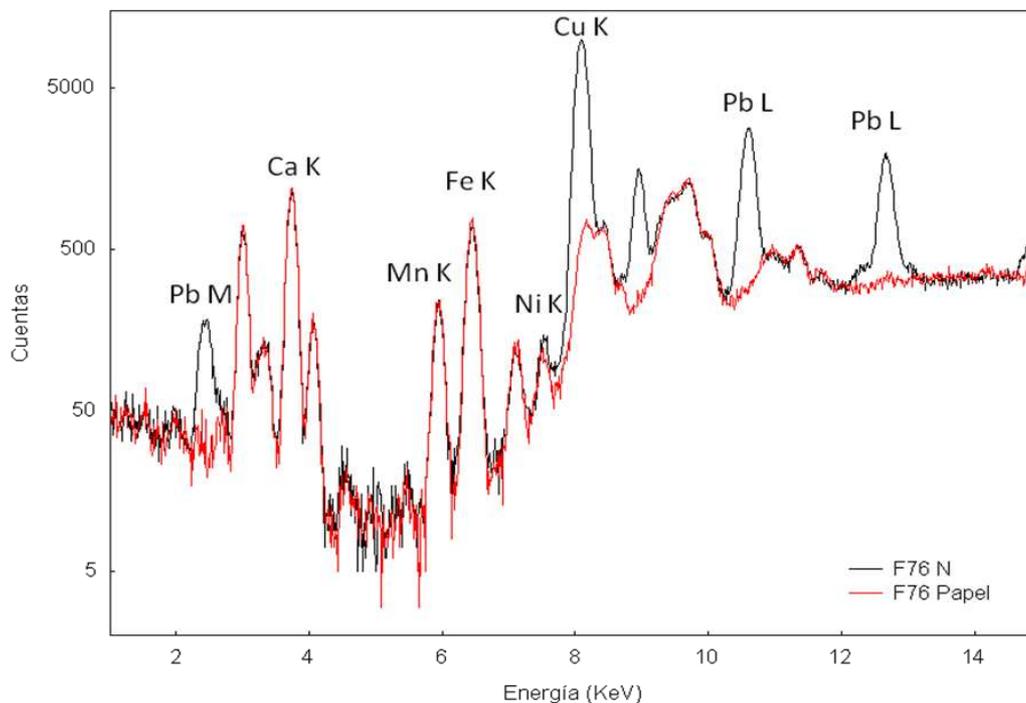


Figura 1. Espectros de la tinta negra (F76N) y del papel del Folio 76.

En primer lugar se evidencia que las líneas de calcio, manganeso y hierro (Ca, Mn y Fe) prácticamente se superponen en ambos espectros, por lo que se puede concluir que estos elementos químicos forman parte mayoritariamente del papel; en segundo lugar se observa que las líneas de fluorescencia de cobre y plomo (Cu y Pb) no aparecen en el espectro del papel, por lo que se deduce que ambos elementos forman parte exclusiva de la composición de la tinta.

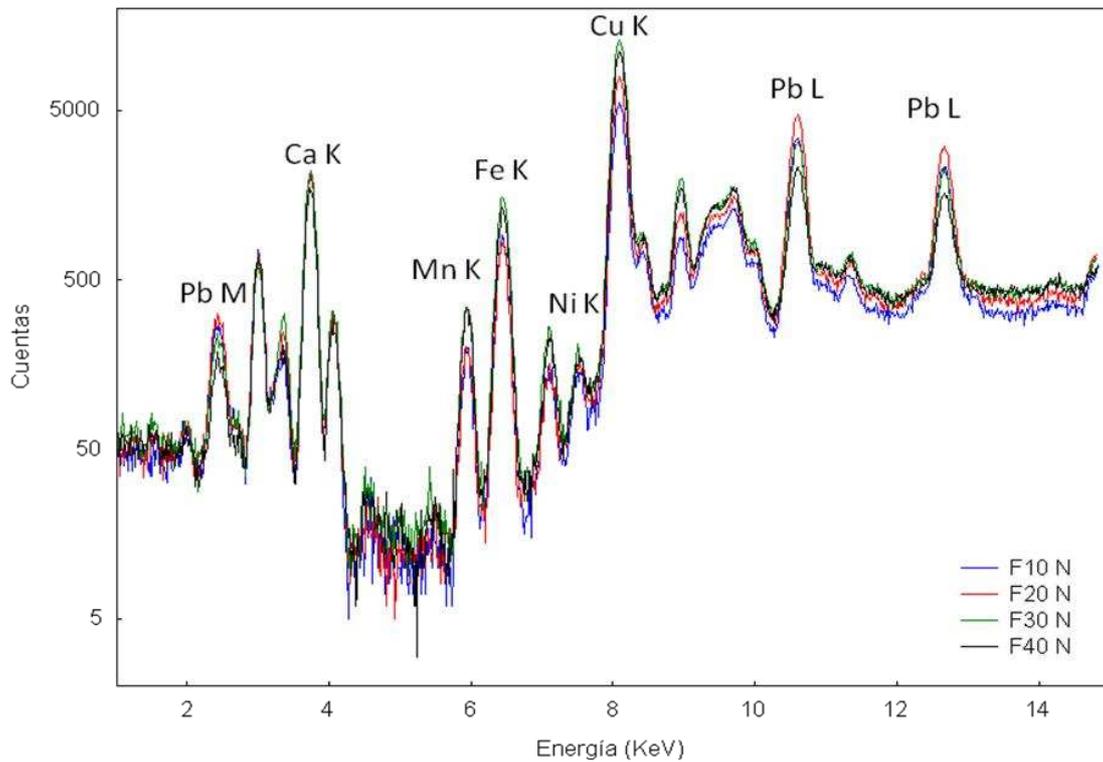


Figura 2. Espectros de caracteres tipográficos con tinta negra.

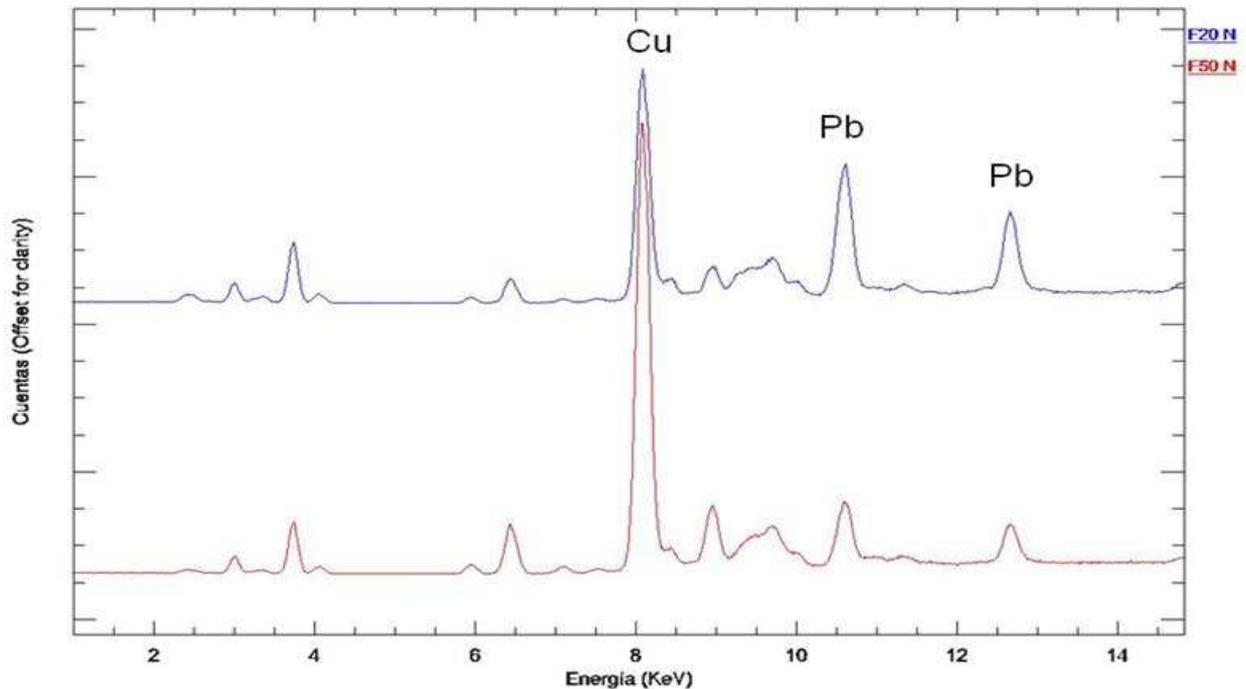


Figura 3. Variabilidad de los espectros de caracteres tipográficos con tinta negra.

Este resultado coincide con los análisis previos de otras obras similares y es representativo del tipo de tinta utilizado en la impresión de la B42. La semejanza entre los espectros de tinta negra medidos en distintos folios (10, 20, 30 y 40) de la B42 sugiere un elevado grado de homogeneidad de la tinta empleada como se observa en la Figura 2. Sin embargo, a pesar de la semejanza de los espectros

medidos, existe una cierta variabilidad (Figura 3) lo que sugiere el interés de un análisis más detallado del conjunto de los espectros medidos.

Para ello cada espectro de FRX ha sido ajustado utilizando el programa PyMca empleando los parámetros experimentales de medida, lo que ha permitido obtener el valor de las áreas de las líneas K, L o M de cada elemento químico presente en cada punto de análisis; aunque la superficie de análisis en cada punto es constante, no lo es la superficie con tinta analizada por lo que con el objeto de hacer comparables las áreas de las líneas K, L o M de cada elemento, en cada punto de análisis, ha sido normalizado por el área de la línea K del calcio. En consecuencia para cada observación correspondiente a un punto con tinta negra-papel analizado se dispone de los valores del área total de las líneas K de los elementos químicos potasio, titanio, manganeso, hierro, níquel y cobre (K, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu), así como las líneas L y M del plomo, normalizadas por el área de la línea K del calcio. Este conjunto de datos ha sido sometido al método de análisis factorial que tiene por objeto extraer la estructura de la matriz de correlación entre las variables indicadas. Las cargas factoriales después de una rotación varimax de los ejes factoriales principales, así como la varianza y la proporción total de cada uno de los tres factores extraídos se indican en la tabla siguiente.

TABLA 1. Cargas factoriales con rotación varimax de las áreas normalizadas por la línea K del calcio.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
K/Ca	0.49	0.12	-0.08
Ti/Ca	0.92	-0.20	-0.03
Mn/Ca	0.85	0.13	0.47
Fe/Ca	0.72	-0.08	0.64
Ni/Ca	0.08	0.24	0.78
Cu/Ca	0.28	0.38	0.74
Pb L/Ca	-0.04	0.95	0.14
Pb M/Ca	-0.08	0.91	0.14
Expl. Var	2.42	2.02	1.83
Prp. Totl	0.30	0.25	0.23

En el primer factor se acumula la variabilidad debida a los elementos Ti, Mn, y Fe y representa más del 30% de la variabilidad total; dado que estos elementos forman parte del papel, esta fuente de variabilidad se debe a posibles cambios en los tipos de papel empleados. Una contribución independiente de la composición del papel, es la debida a la variabilidad del contenido en Pb, por supuesto debido a la tinta, que representa el 25% de la variabilidad total y corresponde al Factor 2. El último factor refleja la contribución del contenido en Cu y Ni de la tinta y representa casi el 23% de la variabilidad total dada por las 8 variables utilizadas en el análisis.

La representación gráfica de las marcas factoriales se indican en las figuras 4 a 6. En la representación del Factor 1 vs Factor 3 (Figura 4) se ha señalado en un recuadro un conjunto de folios (1, 10, 20, 60, 70, 85, 95, 118 y 127) en el que las marcas de ambos factores es bajo y que contrasta con el resto de los folios analizados, y en particular los folios 50 y 80. La variación a lo largo del eje del Factor 1 indica la presencia de dos conjuntos de folios con composición en Ti, Mn y Fe diferente, el conjunto 1, 10, 20, 60, 70, 85, 95, 118 y 127 tiene un contenido menor que el resto de los folios; la variabilidad en el Factor 3 que se asigna a la composición en Cu, Ni de las tintas, indica que el conjunto de folios con menor contenido en Ti, Fe, Mn se concentran en el límite inferior izquierdo del gráfico, y se resaltan en un recuadro (Figura 4); este resultado subraya la menor dispersión en la composición de las tintas utilizadas en estos folios frente a la del resto de los folios analizados, además de una cierta tendencia a presentar una concentración menor en Cu de sus tintas.

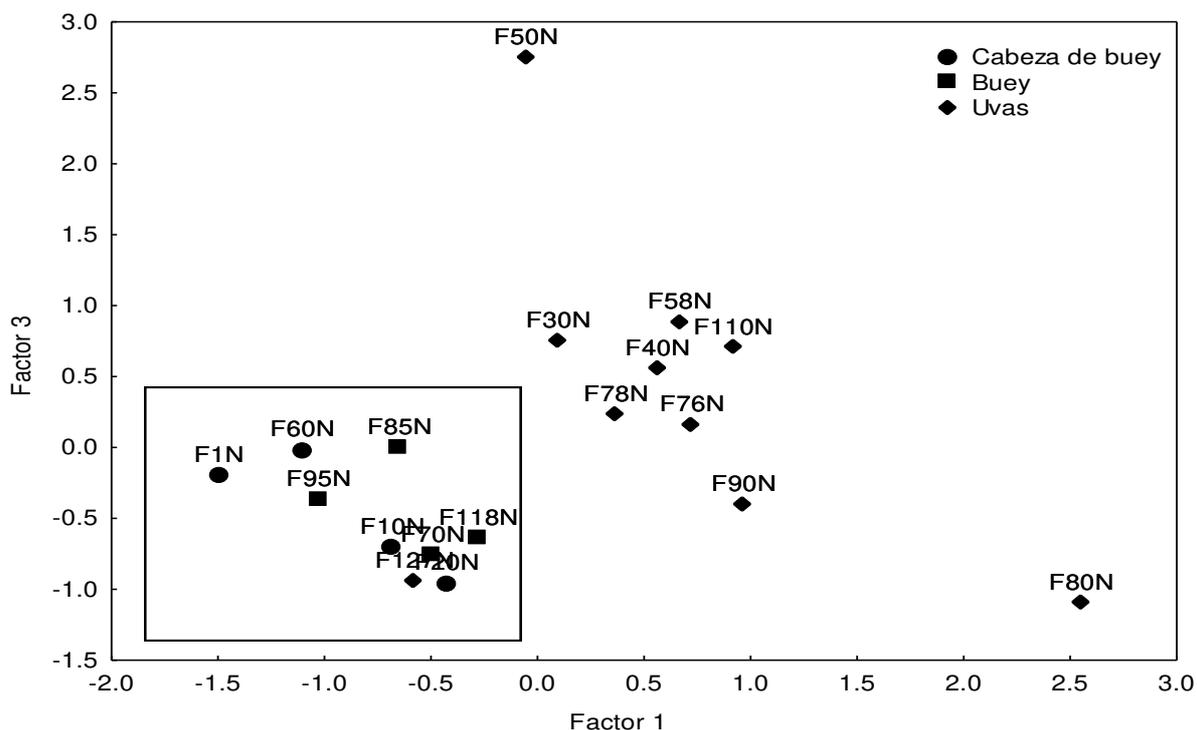


Figura 4. Representación del Factor 1 (Ti, Mn, y Fe del papel) frente al Factor 3 (Cu de la tinta).

Esta diferenciación coincide con los distintos grupos de filigranas identificados durante el proceso de colación de la B42 de la US. De esta forma, el papel con mayor contenido de Ti, Mn y Fe corresponde al papel con la filigrana U frente a las filigranas C y B, las cuales también presentan diferencias de composición.

En la representación de los Factores 1 y 2 (Figura 5) se señalan en un recuadro la agrupación de las filigranas C y B y su separación de la filigrana U, aspecto ya apuntado con anterioridad. El contenido en Pb de las tintas dado por el Factor 2 (Figura 5), pone en evidencia la menor dispersión de la composición de la tinta utilizada en el papel con filigranas B y C que la de la filigrana U, así como cierta separación entre los contenidos en Pb de las filigranas C y B.

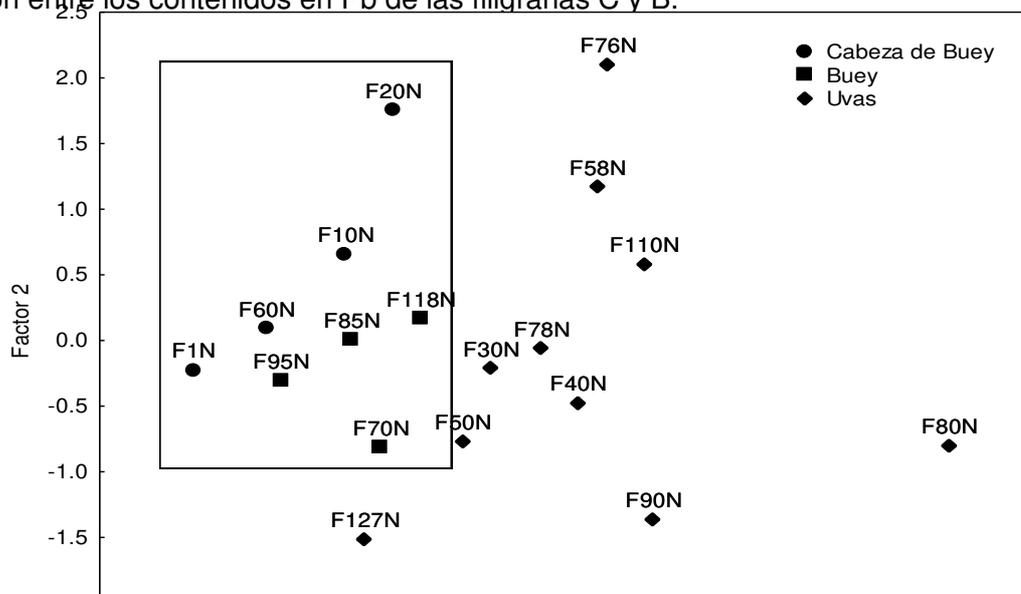


Figura 5. Representación del Factor 1 (Ti, Mn, y Fe del papel) frente al Factor 2 (Pb de la tinta).

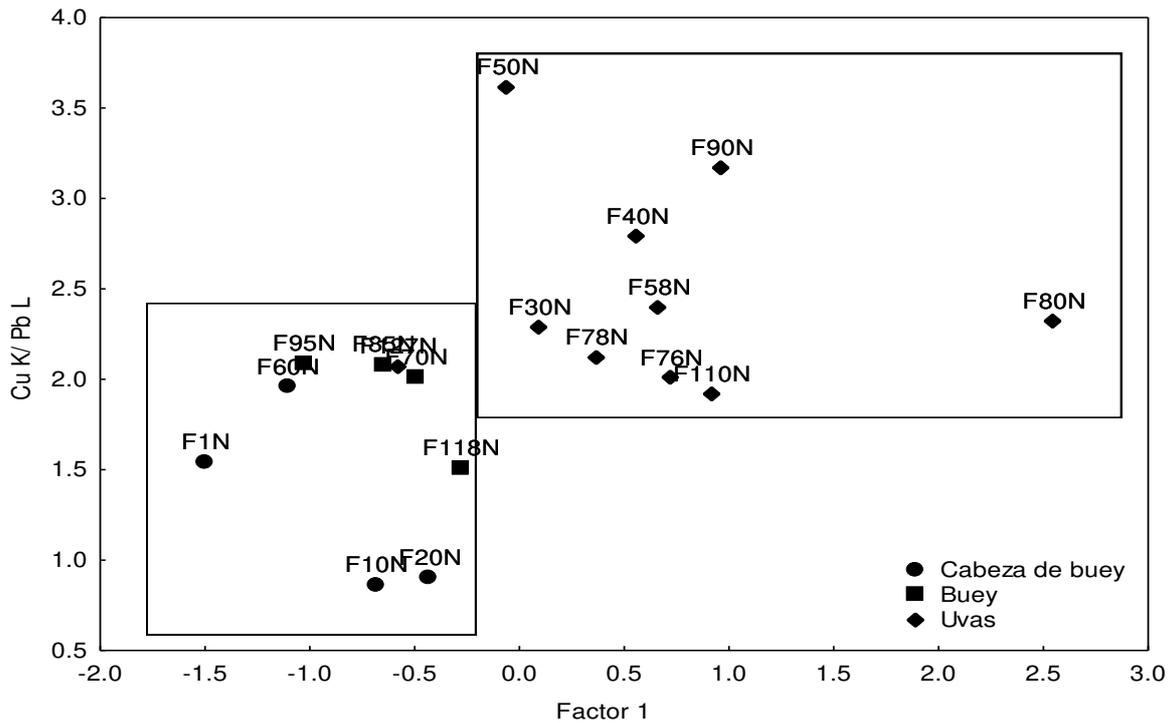


Figura 6. Representación del Factor 1 (Ti, Mn, y Fe del papel, frente la relación de áreas entre las líneas K del Cu y L del Pb, características de la tinta.

Con el objeto de resaltar las diferencias entre las tintas analizadas, y su relación con el tipo de papel, en la Figura 6 se representa la relación entre las áreas de las líneas K de cobre y las L del plomo frente al Factor 1, evidenciándose diferencias significativas en la proporción de Cu/Pb de las tintas; las tintas con una mayor relación Cu/Pb corresponden a las encontradas en los papeles de filigrana U, que además tienen unos mayores contenidos en Ti, Fe y Mn que el resto de los papeles.

Conclusiones

La utilización de la técnica de FRX se ha demostrado útil para dilucidar la naturaleza del papel y las tintas en la B42 de la US.

El estudio estadístico de un conjunto limitado de análisis por FRX ha permitido evaluar la contribución relativa de la variabilidad de la composición de los papeles y de las tintas. Por una parte las variaciones en Ti, Fe y Mn que se deben a la distinta procedencia del papel; por su parte la relación Cu/Pb y los contenidos en Cu y Pb son característicos de la variabilidad en la composición de las tintas.

La interpretación de los cambios en la composición de las tintas asociadas a los tipos de papel y su relación con las filigranas identificadas sugiere la utilización de, al menos, tres unidades de impresión, no necesariamente simultáneas, en la B42 de la US.

Resultaría de gran interés ampliar el estudio sistemático a todos los folios de este ejemplar. A ello hay que añadir que la ausencia del primer tomo de la B42 de la US nos impide analizar otras posibles variantes de filigranas identificadas en otros ejemplares completos, y con ello, la posibilidad de identificar un mayor número de unidades de impresión.

BIBLIOGRAFÍA

Briquet, C. M. (1923): Les filigranes: dictionnaire historique des marques du papier dès leur apparition 1282 jusqu'en 1600. Leipzig: Karl W. Hiersemann

Cahill, T.; Kusko, B.; Eldred, R. A. y Schwab, R. N. (1984): Gutenberg's inks and papers nondestructive composition analyses by proton milliprobe. *Archaeometry* 26, 3-14.

Dziatzko, K. (1890): Gutenberg früheste Druckerpraxis, Sammlung bibliothekswissenschaftlicher Arbeiten 4 Heft., Berlin

Hubay, I.; Mazal, O.; Köning, E. (1979): Kommentarband zur Faksimile-Ausgabe. München

Janssens, K.; Vittiglio, G.; Deraedt, I.; Aerts, A.; Vekemans, B.; Vincze, L.; Wei, F., de Ryck, I.; Schalm, O.; Adams, F.; Rindby, A.; Knöchel, A.; Simionovici, A.S. y Snigirev, A. (2000): Use of microscopic XRF for non-destructive analysis in art and archaeometry. *X-ray spectrometry* 29, p.73-91

Kazmeier, W.A. (1952): "Wasserzeichen und Papier der zweiundvierzigzeiligen Bibel". *Gutenberg Jahrbuch*, p. 21-29

Koppitz, H-J; Monje Maté, M.C; Köning, E. (1995): Biblia de las cuarenta y dos líneas. Valencia: Vicent García

Martínez-Val, J. (2005): Gutenberg y las tecnologías del arte de escribir. Madrid: Fundación Iberdrola

Mommsen, H.; Beier, Th.; Dittmann, H.; Heimermann, D.; Hein, A.; Rosenberg, A.; Boghardt, M.; Manebutt-Benz, E.-M.; Halbey, H. (1996) X-ray fluorescence analysis of inks and papers of incunabula with synchrotron radiation. *Archeometry* 38, 347

Needham, P. (1985): "The paper supply of the Gutenberg Bible". *The paper of the bibliographical society of America*, 79. Third Quarter, p. 303-374

Norman, C. (1961): The 500th anniversary pictorial census of the Gutenberg Bible. Chicago: Coverdale Press

Nuevo Abalós, J. (2009): "Las filigranas cristianas de la biblia de Gutenberg". *Actas VIII Congreso de*

Historia del Papel. Congreso Nacional de **HistoriadelPapelenEspaña**. Burgos, 9-11 julio, p. 117-120

Powitz, G. (1990): "Die Frankfurter Gutenberg bibel". Einbeitragzumbuchwesen des 15 jahrhunderts.Frankfurt, p. 119-133

Rangel Alanís, L.M (2011): Del Arte de imprimir a la biblia de 42 líneas. Aportación de un estudio crítico. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.

Schwab, R. N.; Cahill, T. A.; Kusko, B. H.; & Wick, D. L. (1983): Cyclotron analysis of the ink in the 42-line bible. Papers of the Bibliographical Society of America, 77, 285-315.

Schwab, R. N.; Cahill, T. A.; Eldred, R. A.; Kusko, B. H.; & Wick, D. L. (1985): New Evidence on the printing of the Gutenberg Bible: The inks in the Doheny copy. Papers of the Bibliographical Society of America, 79, 375-402.

Schwenke, P. (1923): Johannes GutenbergsZweiundvierzigzeiligeBibel: ErgänzungsbandzurFaksimileAusgabe, Iminsel, Leipzig

Sole, V.A.; Papillon, E.; Cotte, M.; Walter, P.; Susini, J. (2007): A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra. SpectrochimicaActa Part B, 62: 63-68.

Teigen, P. M. (1993): Concurrent printing of the Gutenberg Bible and the proton milliprobe analysis of its ink. Papers of the Bibliographical Society of America, 87, 437-451.

Zedler, G. (1929): Die SogenannteGutenbergbibel, XX. Gutenberg-Gesellschaft, Mainz

Ziesche, E; Schnitger, D. (1980): Archivfür Geschichte des Buchwesen. ElektronenradiographischeUntersuchungen des Wasserzeichen des MainzerCatholicon von 1460, p. 1303-1360